

REC'D 25 OCT 2000

WIPO

PCT

EP 00/8822

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EJU

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 100 02 021.6

Anmeldetag: 19. Januar 2000

Anmelder/Inhaber: Honsel Guss GmbH,
Nürnberg/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Wärmebehandlung von Strukturguss-
teilen aus einer dafür zu verwendenden Aluminium-
legierung

Priorität: 24.09.1999 DE 199 45 754.9

IPC: C 22 F 1/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. Oktober 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Jerofsky

- 2 -

18.01.2000

Meine Akte Nr. 7833a R/mg

Honsel Guss GmbH

"Verfahren zur Wärmebehandlung von Strukturgußteilen aus einer dafür zu verwendenden Aluminiumlegierung"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Wärmebehandlung von Strukturgußteilen aus einer Aluminiumlegierung sowie eine dafür zu verwendende Aluminiumlegierung.

Aluminiumstrukturgußteile aus einer Aluminiumlegierung werden beispielsweise im Kraftfahrzeugbau eingesetzt und sollen gute mechanische Eigenschaften, insbesondere eine hohe Bruchdehnung, eine gute Vergießbarkeit, keine Klebeneigung in der Form und eine gute Entformbarkeit, eine hohe Gestaltfestigkeit und eine gute Schweißbarkeit, aufweisen. Da die geforderten Eigenschaften bei den bekannten Aluminiumgußlegierungen im Gußzustand nicht gegeben sind, wurden Wärmebehandlungsverfahren sowie Aluminiumlegierungen entwickelt, um immer präziser und kostengünstiger den industriellen Anforderungen gerecht zu werden. Bekannt geworden sind hierfür spezielle Wärmebehandlungsprozesse mit der Bezeichnung T64 und T7.

Diese Wärmebehandlungsprozesse sind beispielsweise im "Das Techniker Handbuch" Böge, Vieweg, 13. Auflage, Seiten 551 bis 554, beschrieben. Bei diesen Wärmebehandlungsprozessen erfolgt ein zweistufiger Ablauf nach folgendem Schema:

T64 (thermisch instabil):

1. Stufe: Erwärmen auf 480 bis 520 °C, Halten während 2 bis 5 Stunden, Abschrecken in Wasser

- 3 -

bei 20 °C;

2. Stufe: Erwärmen auf 155 bis 170 °C, Halten während 2 bis 6 Stunden, Abschrecken in Luft.

T7 (thermisch stabil bis 230 °C):

1. Stufe: Erwärmen auf 480 bis 520 °C, Halten während 2 bis 5 Stunden, Abschrecken in Wasser bei 20 °C;

2. Stufe: Erwärmen auf 200 bis 230 °C, Halten während 2 bis 3 Stunden, Abschrecken in Luft.

Bei den gemäß dem Wärmebehandlungsprozeß T64 behandelten Strukturgußteilen ist keine thermische Stabilität bei höheren Temperaturen gegeben, die allerdings bei dem Wärmebehandlungsprozeß T7 vorhanden ist. Nachteilig ist bei beiden Wärmebehandlungsprozessen T64 und T7, daß die mittels des Druckgußverfahrens hergestellten Strukturgußteile ihre im Gußzustand vorhandene extrem hohe Maßhaltigkeit aufgrund der im Strukturgußteil während des Abschreckens in Wasser auftretenden hohen thermischen Spannungszuständen verlieren. Die Strukturgußteile sind nach der ersten Wärmebehandlungsstufe maßlich instabil und müssen durch kostenintensive und komplizierte Richtvorgänge auf Maßhaltigkeit gebracht werden. Dieses Problem ist bei Strukturbauteilen besonders kritisch, da diese Strukturgußteile ein hohes Maß an Komplexität und Integrität aufweisen und dabei hohen Anforderungen an die Maßhaltigkeit genügen müssen.

Der Erfindung liegt somit das Problem zugrunde, ein Wärmebehandlungsverfahren zu schaffen, mit dem sich gute mechanische Eigenschaften und eine hohe Maßhaltigkeit kostengünstig und mit einfachen Mitteln erreichen lassen.

Ausgehend von dieser Problemstellung wird ein Verfahren zur Wärmebehandlung von

- 4 -

Strukturgußteilen aus einer Aluminiumlegierung vorgeschlagen, das aus den Schritten:

- Auflegen des Strukturgußteils auf eine konturgreifende Produktaufnahme,
- Aufheizen auf 490 °C in etwa 30 Minuten,
- Halten der Temperatur von 490 °C während einer Zeit zwischen 60 und 90 Minuten,
- Abschrecken in Luft in etwa 4 Minuten von 490 °C auf etwa 100 °C und ggf. anschließendes Abschrecken in Wasser,
- Aufheizen auf 250 °C in etwa 15 Minuten,
- Halten der Temperatur von 250 °C während einer Zeit zwischen 30 und 120 Minuten,
- Abschrecken in Luft auf 40 °C und ggf. anschließendes Abschrecken in Wasser

besteht.

Vorzugsweise kann das Halten auf der Temperatur von 490 °C während etwa 60 Minuten und das Halten auf der Temperatur von 250 °C während etwa 30 Minuten erfolgen.

Wenn gemäß einer zweiten Verfahrensvariante das Halten auf der Temperatur von 490 °C während etwa 90 Minuten erfolgt, kann das Halten auf der Temperatur von 250 °C während etwa 30 Minuten oder etwa 45 Minuten oder etwa 75 Minuten oder etwa 105 Minuten erfolgen, wodurch sich die mechanischen Eigenschaften je nach Anforderungsspektrum variieren lassen.

Eine geeignete Aluminiumlegierung zur Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann die Zusammensetzung:

Si: 5 - 11,5 %,

Fe: 0,15 - 0,4 %,

Mg: 0,3 - 1,0 %,

- 5 -

Cu: < 0,02 %,

Mn: 0,4 - 0,8 %,

Ti: 0,1 - 0,2 %,

Rest: Aluminium und Spurenelemente

aufweisen.

Eine geeignete Al-Mg-Legierung kann die Zusammensetzung:

Si: 1 - 3 %,

Fe: 0,15 - 0,4 %,

Mg: 3 - 5,5 %,

Cu: < 0,02 %,

Mn: 0,4 - 0,8 %,

Ti: 0,1 - 0,2 %,

Zn: < 0,08 %

Rest: Aluminium und Spurenelemente

aufweisen.

Eine geeignete eutektische oder naheutektische Al-Si-Legierung kann die Zusammensetzung:

Si: 7 - 11,5 %,

Fe: 0,15 - 0,4 %,

Mg: 0,3 - 0,4 %,

Cu: < 0,02 %,

Mn: 0,4 - 0,6 %,

- 6 -

Ti: 0,15 - 0,2 %,

Sr: bis 300 ppm,

Rest: Aluminium und Spurenelemente

aufweisen.

Diese Legierungen werden vor dem Einbringen in den Gießprozeß einer Schmelzebehandlung wie Entgasen und/oder Filtrieren unterworfen. Das beim Druckguß im Formhohlraum zum Zeitpunkt des Einbringens der geschmolzenen Aluminiumlegierung erzeugte Vakuum liegt bei 50 bis 150 mbar.

Die gegossenen Strukturgußteile werden auf spezielle konturgreifende Produktaufnahmen aufgelegt und den vorerwähnten Wärmebehandlungsschritten unterzogen.

Mit diesen Wärmebehandlungen läßt sich erreichen, daß der Verzug am Strukturgußteil erheblich niedriger ist als nach der Wärmebehandlung gemäß T64 oder T7.

Außerdem verlängert sich die Standzeit der verwendeten konturgreifenden Produktaufnahmen aufgrund der stark reduzierten thermischen Spannungen beim Abschrecken in Luft um ein Vielfaches.

Des weiteren wurde festgestellt, daß durch den Fe-Gehalt von 0,15 bis 0,4 % die Werkzeugstandzeit, die bei Fe-Gehalten von < 0,15 % in kommerziell erhältlichen Legierungen für den Bereich Strukturgußteile unbefriedigend ist, nachhaltig verbessert wird. Dabei wurden keine negativen Einflüsse auf die dynamischen und statischen Kennwerte festgestellt.

- 7 -

Mit einer Aluminiumlegierung der Zusammensetzung:

Si: 9,5 - 11,5 %

Fe: 0,15 - 0,4 %

Mg: 0,3 - 0,4 %

Cu: < 0,02 %

Mn: 0,4 - 0,6 %

Ti: 0,15 - 0,2 %

Rest: Aluminium und Spurenelemente

wurden nach einer Wärmebehandlung folgende mechanische Eigenschaften erreicht:

Wärmebehandlung	Rp0,2 in MPa	A5 in %
1. Stufe 490 °C ca. 90 min	120 - 130	12 - 15
2. Stufe 250 °C ca. 105 min		
1. Stufe 490 °C ca. 90 min	130 - 135	11 - 13
2. Stufe 250 °C ca. 75 min		
1. Stufe 490 °C ca. 90 min	140 - 145	8 - 10
2. Stufe 250 °C ca. 45 min		
1. Stufe 490 °C ca. 90 min	145 - 150	8 - 10
2. Stufe 250 °C ca. 30 min		
1. Stufe 490 °C ca. 90 min	145 - 150	8 - 10
2. Stufe 250 °C ca. 30 min		

Während das Verfahren T64 eine Mindestzeit für die Wärmebehandlung von 4 Stunden und eine Höchstzeit von 11 Stunden, das Wärmebehandlungsverfahren T7 eine Mindestzeit von ebenfalls 4 Stunden und eine Höchstzeit von 8 Stunden erfordert, dauert das erfindungsgemäße Verfahren längstens 3,25 Stunden, kann jedoch im günstigsten Fall bis auf 1,5 Stunden verkürzt werden. Somit ergibt das erfindungsgemäße Verfahren in der Regel eine bessere Wirtschaftlichkeit aufgrund der

- 8 -

kürzeren Taktzeit. Des weiteren ist die thermische Stabilität aufgrund der in der zweiten Stufe erfolgenden Temperaturerhöhung um ca. 30 °C gegenüber dem Wärmebehandlungsverfahren T7 und um ca. 80 °C gegenüber dem Wärmebehandlungsverfahren T64 verbessert, so daß die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wärmebehandelten Strukturgußteile bis zu Einsatztemperaturen von 250 °C thermisch stabil sind.

Die erfindungsgemäßen Aluminiumlegierungen zur Verwendung mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erlauben es, sehr dünnwandige, großflächige und komplexe Strukturgußteile herzustellen, deren Formstabilität und Maßhaltigkeit durch das erfindungsgemäße Wärmebehandlungsverfahren gewährleistet wird. Dementsprechend bieten das erfindungsgemäße Verfahren und die damit verwendete Legierung dem Konstrukteur einen großen Gestaltungsspielraum. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und den damit verwendeten Aluminiumlegierungen lassen sich eine gleichbleibende Qualität in einer Serienfertigung, eine hohe Duktilität, eine gute Schweißbarkeit und damit die Möglichkeit der Verbindung mit Blechen oder Strangpreßprofilen gewährleisten.

- 9 -

18.01.2000

Meine Akte Nr. 7833a R/mg

Honsel Guss GmbH

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Wärmebehandlung von Strukturgußteilen aus einer Aluminiumlegierung mit den Schritten:
 - Auflegen des Strukturgußteils auf eine konturgreifende Produktaufnahme,
 - Aufheizen auf 490 °C in etwa 30 Minuten,
 - Halten der Temperatur von 490 °C während einer Zeit zwischen 60 und 90 Minuten,
 - Abschrecken in Luft in etwa 4 Minuten von 490 °C auf etwa 100 °C und ggf. anschließendes Abschrecken in Wasser,
 - Aufheizen auf 250 °C in etwa 15 Minuten,
 - Halten der Temperatur von 250 °C während einer Zeit zwischen 30 und 105 Minuten,
 - Abschrecken in Luft auf 40 °C und ggf. anschließendes Abschrecken in Wasser;
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Halten auf der Temperatur von 490 °C während etwa 60 Minuten und das Halten auf der Temperatur von 250 °C während etwa 30 Minuten erfolgen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Halten auf der Temperatur von 490 °C während etwa 90 Minuten und das Halten der Temperatur auf 250 °C während etwa 30 Minuten oder etwa 45 Minuten oder etwa 60 Minuten oder etwa 105 Minuten erfolgen.

- 10 -

4. Aluminiumlegierung zur Verwendung mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3 mit der Zusammensetzung:

Si: 2 - 11,5 %,

Fe: 0,15 - 0,4 %,

Mg: 0,3 - 1,0 %,

Cu: < 0,02 %,

Mn: 0,4 - 0,8 %,

Ti: 0,1 - 0,2 %,

Rest Aluminium und Spurenelemente.

5. Aluminiumlegierung zur Verwendung mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3 mit der Zusammensetzung

Si: 1 - 3 %,

Fe: 0,15 - 0,4 %,

Mg: 3 - 5,5 %,

Cu: < 0,02 %,

Mn: 0,4 - 0,8 %,

Ti: 0,1 - 0,2 %,

Zn: < 0,08 %,

Rest Aluminium und Spurenelemente.

6. Aluminiumlegierung zur Verwendung mit dem Verfahren gemäß Anspruch 1, 2 oder 3 mit der Zusammensetzung:

- 11 -

Si: 7 - 11,5 %,

Fe: 0,15 - 0,4 %,

Mg: 0,3 - 0,4 %,

Cu: < 0,02 %,

Mn: 0,4 - 0,6 %,

Ti: 0,15 - 0,2 %,

Sr: bis 300 ppm,

Rest Aluminium und Spurenelemente.

7. Aluminiumlegierung nach Anspruch 4, 5 oder 6, die vor dem Einbringen in den Gießprozeß einer Schmelzebehandlung wie Entgasen und/oder Filtrieren unterworfen wurde.

18.01.2000

Meine Akte Nr. 7833a R/mg

Honsel Guss GmbH

Zusammenfassung

Verfahren zur Wärmebehandlung von Strukturgußteilen aus einer Aluminiumlegierung mit den Schritten: Auflegen des Strukturgußteils auf eine konturgreifende Produktaufnahme, Aufheizen auf 490 °C in etwa 30 Minuten, Halten der Temperatur von 490 °C während einer Zeit zwischen 90 und 120 Minuten, Abschrecken in Luft in etwa 4 Minuten von 490 °C auf etwa 100 °C und ggf. anschließendes Abschrecken in Wasser, Aufheizen auf 250 °C in etwa 15 Minuten, Halten der Temperatur von 250 °C während einer Zeit zwischen 30 und 120 Minuten, Abschrecken in Luft auf 40 °C und ggf. anschließendes Abschrecken in Wasser; Leichtmetalllegierung zur Verwendung mit diesem Verfahren mit der Zusammensetzung Si: 2 - 11,5 %, Fe: 0,15 - 0,4 %, Mg: 0,3 - 5,5 %, Cu: < 0,02 %, Mn: 0,4 - 0,8 %, Ti: 0,1 - 0,2 %, Rest Aluminium und Spurenelemente, wobei die Legierungen mit hohem Siliziumgehalt niedrige Magnesiumgehalte aufweisen und umgekehrt.